

①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 41 27 920 C 2

⑤① Int. Cl.⁶:
H 04 N 1/415

②① Aktenzeichen: P 41 27 920.4-31
②② Anmeldetag: 23. 8. 91
④③ Offenlegungstag: 9. 4. 92
④⑥ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 9. 2. 95

DE 41 27 920 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①
23.08.90 JP P 2-223566

⑦③ Patentinhaber:
Fuji Xerox Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP

⑦④ Vertreter:
Boeters, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Bauer, R.,
Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 81541 München

⑦② Erfinder:
Koshi, Yutaka, Ebina, Kanagawa, JP

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

US 42 38 768
JP 57-1 74 984 A2
JP 63-1 32 356
JP 63-86 520
JP 55-27 751

US-B.: JAIN, A.: Fundamentals of digital image
processing. Englewood Cliffs, N.J., Prentice Hall,
1989, S.479-498;

JP-Z.: ISHIBASHI;

S.: Coding parameter optimi- zation for the block
truncation coding of still pictures. In: Electronics and
Communications in Japan, Part 1, Vol.73, No.2, 1990,
S.1-10;

DE-B.: GRAF, S., GÖSSEL, M.: Fehlererkennungs-
schaltungen, R. Oldenbourg Verlag, München, 1987,
S.16-18;

⑤④ Bild-Codier-Einrichtung

DE 41 27 920 C 2

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung befaßt sich mit einer Halbton- oder Gleich-ton-Einrichtung.

In einer Bildfunk-Endstation (Facsimile) z. B. sind die ursprünglichen Bildsignale verschlüsselt, um die Übertragungseffizienz zu verbessern. Insbesondere ist die Menge der Bilddaten mit einem Halbton oder Gleich-ton verhältnismäßig groß, so daß deshalb ein höchst effizientes Codieren gefordert ist.

Ein Beispiel einer derartigen effizienten Codierung wurde als ein sog. BTC (Block Truncation Coding)-Schema in der veröffentlichten ungeprüften japanischen Patentanmeldung Nr. Sho-57-174984 vorgeschlagen, in der ein Bildsignal in Blockeinheiten unterteilt wurde, wobei jede Blockeinheit eine gewisse Größe aufweist und die Form jedes Blockes angestumpft wurde.

Das BTC-Codierschema wird im folgenden mit Bezug auf die Fig. 1 bis 5 beschrieben. In dem BTC-Codierschema ist ein in Fig. 1 gezeigtes Bild in eine Vielzahl von Blockeinheiten unterteilt, wobei jede aus $L_1 \times L_2$ Bildelementen zusammengesetzt ist, wie dies in Fig. 7 gezeigt wird. Unter der Annahme, daß $L = L_1 = L_2$ ist und daß jeder Ton der Bildelemente in einem Block durch a_{ij} repräsentiert wird, so ist der mittlere Ton P_0 des gesamten Blocks $P_0 = \sum a_{ij}/L^2$. Unter der Voraussetzung, daß die mittlere Dichte und die Anzahl der Bildelemente einem niedrigeren Ton als der mittlere Ton P_0 in dem Block P_1 bzw. N_1 aufweist, wie in Fig. 8 gezeigt ist, dann wird die mittlere Dichte P_1 und die Anzahl N_1 ausgedrückt durch:

$$P_1 = \frac{1}{L} \sum_i \frac{1}{L} \sum_j a_{ij}/N_1, N_1 = \sum \Phi_{ij}$$

$$a_{ij} \leq P_0$$

Wenn der mittlere Ton und die Anzahl der Bildelemente einen höheren Ton aufweisen, so ist der mittlere Ton P_0 in dem Block P_2 bzw. N_2 , und ferner wird dann der mittlere Ton P_2 und die Anzahl N_2 ausgedrückt durch:

$$P_2 = \frac{1}{L} \sum_i \frac{1}{L} \sum_j a_{ij}/N_2, N_2 = \sum \Phi_{ij}$$

$$a_{ij} \leq P_0$$

Diese Ausdrücke haben ihre Gültigkeit unter der Bedingung, daß $\Phi_{ij} = 0$ ist, wenn $a_{ij} \leq P_0$ und $\Phi_{ij} = 1$ ist, wenn $a_{ij} > P_0$ ist.

Nunmehr, für den Fall, daß ganze Zahlen m und n kleiner als L^2 und die Anzahl der Gradationsstufen (Abstufungs-Niveaus) des Tons eingesetzt werden und wird erkannt, daß die Ton-Dichteverteilung in dem Block einheitlich ist, so daß $|P_1 - P_2| < m$, $N_1 < n$ oder $N_2 < n$ ist, so daß jedes Φ_{ij} zu Null gemacht wird.

Wie in Fig. 9 gezeigt wird, werden die ganzen Bildelemente in dem Block nur durch den Ton P_0 wiedergegeben. Wird erkannt, daß die Ton-Dichteverteilung in dem Block einheitlich ist, so daß $|P_1 - P_2| \geq m$, $N_1 \geq n$ und $N_2 \geq n$ ist, so wird der Block durch beide mittleren Töne P_1 und P_2 wiedergegeben, wie es in der Fig. 10 gezeigt wird. Die Bildelemente, bei denen Φ_{ij} Null gemacht wurde, werden wiedergegeben durch P_1 , hingegen die Bildelemente, die Φ_{ij} gleich 1 gemacht wurden, werden durch P_2 wiedergegeben. In diesem Falle stellt Φ_{ij} eine Information in Zusammenhang mit der Blockform dar, während P_0 , P_1 und/oder P_2 Informationen der Gradation darstellen und als Gradations-Information bezeichnet wird. Die Informationen der Auflösung werden blockweise in mehreren Paaren von Linien zusammengefaßt und mit Hilfe eines gewöhnlichen binären Codierschemas codiert, und die darauffolgenden Längen der Blöcke, die in den Informationswerten einander gleich sind, werden ebenfalls mit Hilfe eines wohlbekannten Längenlauf-Codierschemas codiert, um dann übertragen zu werden. Die Parameter m und n in diesem Codierschema dienen einerseits (m) als Unterdrückungsschwelle zur Elimination vereinzelter Störpegel in einem Bild und andererseits (n) als Entscheidungsschwelle zur Elimination von kleinen Fluktuationen im Ton eines Blockes, so daß das Bild so lange geglättet wird, bis beide Parameter m und n große Werte annehmen.

In diesem Schema, in dem die Bildelemente in einem Block nur durch zwei spezifische Ton-Niveaus maximal ausgedrückt werden können, tritt ein strittiger Punkt auf, wenn die Blockgröße L weiter gemacht wird, um eine höhere Zusammendrängung zu erhalten, so wird die Bildentartung groß. Insbesondere ist die Störung in dem Bereich mit glatter Ton-Variation nicht zu vernachlässigen. Ein zusätzlicher Fehler liegt darin, daß die Redundanz hoch ist, da die Auflösungs-Information auf alle Blöcke einheitlich aufgeteilt ist. Obwohl versucht wurde, diesen strittigen Punkt anzugehen, die Redundanz durch Ausführung einer binären Codierung der Auflösungs-Information mehrerer Linien in Blöcken zu verringern, war dieses nicht befriedigend.

Zusätzlich tritt ein weiteres Problem auf, nämlich daß es schwierig ist, die Codierrate durch Auswahl der Parameter m und n zu steuern. Es ist ferner auch schwierig, ein Bild in verschlüsselter Form aufzubereiten.

In Jain, A.: Fundamentals of digital image processing, Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall, 1989, S. 479—498 werden die Grundlagen der Codierungstechniken zur Codierung von Pixeln beschrieben. Bekannt ist (S. 497, 1. Abs.) das Bild in Blöcke bestimmter Größe zu unterteilen und diese Blöcke zu klassifizieren. Dabei werden flache Regionen, d. h. Regionen mit geringer Aktivität bzw. Varianz feiner quantisiert als solche hoher Aktivität, d. h. Regionen mit stark veränderlichem Bildinhalt. Zu diesem Zweck kann man eine Anzahl von Klassen

definieren, in die die Blöcke klassifiziert werden.

In Ishibashi, S.: Coding parameter Optimization for the block truncation coding of still pictures, Electronics and Communication in Japan, Part 1, Vol. 73, No. 2, 1990, S. 1—10, werden BTC-Verfahren zur Codierung von unbewegten Bildern beschrieben, wobei das adaptive BTC-Verfahren den lokalen Verhältnissen angepaßt ist und je nach der lokalen Struktur der verwendeten Codierungs-Mode geändert wird.

Die US-PS 4 238 768 betrifft ein Gerät zum Codieren von Bildsignalen, bei dem ebenfalls das Bild in Blöcke unterteilt ist, wobei die Blöcke einer Klassifikation unterworfen werden. Dabei wird ein Schwellwert definiert, mit dem die Intensitäten der Pixel verglichen werden, der i. A. gleich dem Mittelwert gesetzt wird. Ist die Intensität größer als die Schwelle, wird sie auf 1 gesetzt, andernfalls erhält sie den Wert 0. Daraus wird ein Wert für die Auflösung bestimmt, der zusammen mit zwei Grauwerten übertragen wird, wobei sich die Grauwerte aus der Auflösung und den Intensitäten berechnen lassen.

Nachteilig ist, daß bei den obenerwähnten Codierern keine konstante Codequantität, d. h. eine konstante Ausgangsbitdatenrate, bei gleichbleibender Bildqualität gewährleistet ist.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Block-Codier-Einrichtung zu schaffen, die die obengenannten Nachteile vermeidet, und mittels eines BTC-Codierschemas eine einfache Codierung und Decodierung unter Beibehaltung der Bildqualität mit einer konstanten Codequantität ermöglicht.

Die Aufgabe wird durch die Erfindung nach den Ansprüchen 1 und 5 gelöst.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Aufgabe wird durch eine Bild-Codier-Einrichtung gelöst, die eine Einrichtung zur Unterteilung von Bilddaten in Blöcke, die jeweils die gleiche Anzahl von Bildelementen aufweisen; eine Klassifikationseinrichtung zur Klassifizierung der Blöcke entsprechend dem Intensitätsgradienten jedes Blockes; eine Vielzahl von Block-Codiereinrichtungen zum Codieren der Blöcke; und eine Auswahlrichtung zum Auswählen einer Block-Codiereinrichtung in Abhängigkeit von dem Ergebnis der Klassifikation der Klassifikationseinrichtung aufweist, wobei alle Block-Codiereinrichtungen eine für alle gleiche, konstante Codequantität abgeben, die die Summe der zu übertragenden Gradationsdaten und Auflösungsinformationen ist, und wobei mit zunehmender (abnehmender) Anzahl der Gradationsstufen eines Blockes die zu übertragenden Auflösungsinformationen vermindert (vermehrt) werden.

Ferner wird die Aufgabe durch eine Bild-Codier-Einrichtung gelöst, mit einer Einrichtung zur Unterteilung von Bilddaten in Blöcke, die die gleiche Anzahl von Bildelementen aufweisen; einer Vielzahl von Block-Codiereinrichtungen zum Codieren der Blöcke; einem lokalen Decoder, der die durch die Block-Codiereinrichtungen codierten Blöcke decodiert; einer Klassifikationseinrichtung, in der die lokal decodierten Blöcke mit den originalen Blockdaten eines Blockes verglichen werden und die Vergleiche nach einem festgelegten Verfahren bewertet werden; und einer Auswahlrichtung zum Auswählen einer Block-Codiereinrichtung in Abhängigkeit von der Bewertung der Vergleiche der Klassifikationseinrichtung; wobei alle Block-Codiereinrichtungen eine für alle gleiche, konstante Codequantität abgeben, die die Summe der zu übertragenden Gradationsdaten und Auflösungsinformationen ist, und wobei mit zunehmender (abnehmender) Anzahl der Gradationsstufen eines Blockes die zu übertragenden Auflösungsinformationen vermindert (vermehrt) werden.

Gemäß der vorliegenden Erfindung können Blöcke eines Bildes durch die Verwendung einer Vielzahl von Ton-Niveaus (Gradationen), z. B. von einer oder zwei Ton-Niveaus zu m ausgedrückt werden, wobei m zwei oder mehr sein kann und die Auflösungs-Informationen, die erforderlich sind, im Hinblick auf die verwendete Anzahl der Ton-Niveaus lediglich übertragen werden, so daß die exzellente Bildqualität erhalten bleibt, selbst für den Fall, daß die zu codierende Blockgröße erweitert wird, um die Codiereffizienz zu vergrößern. Darüber hinaus besagt das allgemein bekannte Webersche Gesetz, daß der Mensch eine Scheigenschaft hat, so daß es nicht üblich ist, eine leichte Sensitivität im Ton-Niveau in einem Bildbereich mit einer großen Ton-Variation zu haben, während es wahrscheinlich ist, eine geringe Sensitivität in der Auflösung in einem Bildbereich mit glatten Ton-Variationen zu haben. Deshalb wird gemäß der vorliegenden Erfindung die Anzahl der Abstufungen in einem Bildbereich mit glatten Ton-Variationen erhöht, wodurch die Auflösung des Bildes geringer gemacht wird. Im Gegensatz dazu wird die Anzahl der Ton-Niveaus in einem Bildbereich mit einer großen Ton-Variation erniedrigt, wodurch die Auflösung erhöht wird. Es ist deshalb üblich, die visuelle Verschlechterung der Bildqualität zu vernachlässigen, die durch das Codieren verursacht wurde, und daß keine überflüssigen Ton-Niveau-Daten und Auflösungs-Informationen zur Codierung übermittelt werden, so daß die Codiereffizienz verbessert wird.

Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird im folgenden mit Bezug zu den begleitenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 ein Blockdiagramm, das eine Ausführungsform einer Bild-Codier-Einrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung wiedergibt;

Fig. 2 ein Blockdiagramm, das ein Beispiel der Vielzahl der in der Bild-Codier-Einrichtung verwendeten Codierer der Fig. 1 zeigt;

Fig. 3(a) bis 3(c) zeigen erklärende Diagramme zur Illustration von Quantisierungszuständen in dem Codierer, der in Fig. 1 gezeigt ist;

Fig. 4(a) bis 4(c) zeigen erklärende Diagramme zur Illustration des Unterschiedes in den Auflösungs-Informationen der Codierer untereinander; und

Fig. 5 ein Blockdiagramm, das eine andere Ausführungsform der Bild-Codier-Einrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt.

Fig. 6 ein erklärendes Diagramm zur Illustration eines Bildes, das in eine Vielzahl von Blöcken aufgeteilt ist;

Fig. 7 ein erklärendes Diagramm zur Illustration der Struktur jedes einzelnen Blockes;

Fig. 8 ein erklärendes Diagramm zur Illustration des mittleren Tones, der als Referenz beim Codieren verwendet wird;

Fig. 9 ein erklärendes Diagramm zur Illustration eines Codier-Zustandes für den Fall, daß die Ton-Variation eines Bildes glatt ist;

Fig. 10 ein erklärendes Diagramm zur Illustration eines Codier-Zustandes für den Fall, daß die Ton-Variation eines Bildes groß ist;

Zunächst wird der Betrieb der Bild-Codier-Einrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung kurz beschrieben, unter der Annahme, daß der Eingabe-Betrieb der zu codierenden Bilddaten für jeden der Blöcke, wie sie in den Fig. 6 und 7 gezeigt werden, ausgeführt werden, z. B. einer Zusammensetzung aus $L \times L$ Bildelementen.

Eine Block-Klassifizierungseinheit 1 klassifiziert den Grad des Tongradienten in einem Block gemäß der Bilddaten 7, die eingegeben werden, um ein Klassifizierungsergebnis 14 an den Selektor 6 zu liefern. In der Ausführungsform der Fig. 1 führt ein Codierer 3 eine Ein-Ton-Block-Codierung durch, ein Codierer 4 führt eine Zwei-Ton-Codierung durch, und ein Codierer 5 führt eine m-Ton-Niveau-Codierung durch. Für den Fall, daß der Grad des Tongradienten in dem Block groß ist, werden die Ausgänge, die durch die Codierer für niedrige Abstufungsanzahl (Gradationsanzahl) erzeugt wurden, solche wie beispielsweise Codierer an der Seite des Codierers 3, hauptsächlich verwendet durch den Selektor 6. Andererseits, für den Fall, daß dieser Grad glatt ist, werden die Ausgänge, die durch die Codierer für große Abstufungszahlen erzeugt sind, wie beispielsweise die Codierer an der Seite des Codierers 5, hauptsächlich verwendet durch den Selektor 6. Was später in bezug auf die Auflösungs-Informationen beschrieben wird, wird das Codieren in der Art ausgeführt, daß viele Fälle dem Codierer 3 zugeordnet sind, der eine Ein-Ton-Block-Codierung ausführt, während wenige Fälle dem Codierer 5 zugeordnet sind, der eine n-Ton-Niveau-Block-Codierung durchführt. Für den Fall eines großen Tongradienten wird deshalb die Codierung unter den Bedingungen kleiner Ton-Informationen und großer Auflösungs-Information durchgeführt. Für den Fall eines glatten Tongradienten wird die Codierung unter den Bedingungen von vielen Ton-Informationen und wenig Auflösungs-Informationen durchgeführt. Der Selektor 6 wählt die Daten aus und gibt die Daten 10-1 bis 10-3 heraus, die durch einen der Codierer 3 bis 5 in Übereinstimmung mit dem Ergebnis der Blockklassifizierung 14 codiert werden.

Nunmehr wird die oben erwähnte Bild-Codier-Einrichtung im einzelnen beschrieben.

In dieser Ausführungsform ist das Bild aus 8×8 Bildelement-Blöcken zusammengesetzt und die Bilddaten 7, die in Fig. 1 gezeigt sind, werden durch jeden Block aus 8×8 Bildelementen eingegeben. Zusätzlich werden drei Arten der Block-Codierung angepaßt durchgeführt, nämlich die Zwei-Ton-Codierung, die Vier-Ton-Codierung und die Sechzehn-Ton-Codierung. Die Anzahl der Bildelemente in einem Block können verändert werden, und ebenfalls kann die Form des Blockes modifiziert werden.

Wie weiter oben beschrieben wurde, arbeitet die Block-Klassifizierungseinheit 1 so, um zu klassifizieren, ob der Tongradient der Bildelemente in einem Block glatt oder komplex ist, die Ton-Variation desselben groß ist oder nicht, oder ob die Ton-Verteilung dazwischen liegt oder nicht. Insbesondere mißt die Block-Klassifizierungseinheit 1 die Ton-Verteilung der Bildelemente in einem Block aus. Gemäß der Klassifizierung des Ergebnisses klassifiziert die Einheit 1, ob die Ton-Variation scharf ist, wenn die Dispersion groß ist, sie klassifiziert, ob der Tongradient glatt ist, wenn die Dispersion klein ist und sie klassifiziert, ob die Tonverteilung dazwischen liegt, wenn die Dispersion dazwischen liegt. Die oben erwähnte selbe Klassifizierung kann durch Differenzierung eines Wertes des Bild-Element-Tons mit Bezug auf einen Raumbereich erzielt werden, so daß die Zahl der Maximum- und Minimumwerte als Kriterium erhalten werden können.

Da die entsprechenden Codierer 3 bis 5 dieselbe Basisschaltungs-Konstruktion aufweisen, werden diese mit Bezug auf die Fig. 2 zusammen beschrieben.

Bei Erhalt der Bilddaten 9 bestimmt eine Quantisierungs-Niveau-Steuerung 15 die Quantisierungs-Niveaus $Q_1, Q_2 \dots$ auf der Basis der erhaltenen Bilddaten 9. Die Anzahl und Werte dieser Quantisierungs-Niveaus sind unter den entsprechenden Codierern unterschiedlich: Zum Beispiel dient der Codierer 4 zur Durchführung der Zwei-Ton-Block-Codierung, wie dies in Fig. 3(a) gezeigt ist, und hat zwei Quantisierungs-Niveaus Q_1 und Q_2 . Für den Fall von Vier- oder Sechzehn-Ton-Niveaus, wie es in Fig. 3(b) oder 3(c) gezeigt ist, gibt es vier Quantisierungs-Niveaus Q_1 bis Q_4 (Q_2 und Q_3 sind nicht gezeigt), oder 16 Quantisierungs-Niveaus Q_1 bis Q_{16} (Q_2 bis Q_{15} sind nicht gezeigt).

Insbesondere sind, wie in den Fig. 3(a) bis 3(c) gezeigt wird, die maximalen Quantisierungs-Niveaus Q_1 und die minimalen Quantisierungs-Niveaus Q_2, Q_4 oder Q_{16} bestimmt, und der Unterschied zwischen den maximalen und minimalen Niveaus ist äquidistant unterteilt, um somit eine lineare Quantisierung durchzuführen. Das maximale Quantisierungs-Niveau Q_1 ist ein Mittelwert der Tonwerte von n Bildelementen, die sequentiell mit abfallenden Werten vom Maximumwert "max" der Dichten der Bildelemente in dem Block genommen werden. In der gleichen Weise ist das minimale Quantisierungs-Niveau ein Mittelwert des Tons für n Bildelemente, die sequentiell mit ansteigenden Werten von Minimumwert "min" der Dichten hergenommen wird. Angenommen, die Anzahl der Bildelemente in dem Block ist L^2 und die Anzahl der Abstufungen ist J , dann ist der Parameter n abgerundet als ein Wert der Größenordnung, ausgedrückt durch $n = L^2/J$. Die maximalen und minimalen Quantisierungs-Niveaus können so verwendet werden wie sie sind. Zusätzlich kann beispielsweise eine nicht lineare Quantisierung als Quantisierung des MAX durchgeführt werden, da die oben beschriebene Methode nicht auf Fälle der linearen Quantisierung zwischen dem maximalen und dem minimalen Quantisierungs-Niveau für gleiche Schritte begrenzt ist. Dies gilt unter der Annahme einer stochastischen Tonfunktion, für die ein Quantisierer-Optimum gebildet werden kann.

Als nächstes codiert ein Abstufungsdaten-Codierer 16 (Gradationsdaten-Codierer) ein Quantisierungs-Niveau 11, das von dem oben erwähnten Quantisierungs-Niveau-Rechner 15 geliefert wird. Wie in den Fig. 3(a) bis 3(c) insbesondere gezeigt wird, gibt der Abstufungsdaten-Codierer 16 den Mittelwert L_a der maximalen und minimalen Quantisierungs-Niveaus Q_1 und Q_2 oder Q_4 oder Q_{16} und die Differenz L_e zwischen diesen Größen aus. Unter der Annahme, daß die Eingangs-Bilddaten 9 in dieser Ausführungsform 256 Abstufungen pro Bildelement haben und mit acht Bit pro Bildelement durch einen binären Ausdruck ohne Vorzeichen ausgedrückt

werden, sind die La und Ld, die in den Fig. 3(a) bis 3(c) gezeigt sind, durch die Anzahl der Abstufungen (Gradationen), die gleich oder annähernd gleich dazu sind, ausgedrückt. Das heißt, die La und Ld werden mit 16 Bits oder ähnlichem ausgedrückt. Die Art der Codierung der Quantisierungs-Niveaus 11 ist nicht auf die oben erwähnte Methode begrenzt, und die maximalen und minimalen Quantisierungs-Niveaus können zugeordnet werden wie sie sind. Zusätzlich, im Falle, daß eine nicht lineare Quantisierung in dem Quantisierungs-Niveau-Rechner 15 durchgeführt wird, muß der Änderungsweg des Quantisierungsschrittes (der Unterschied zwischen benachbarten Quantisierungs-Niveaus) auch codiert werden.

Der Quantisierer 17 quantisiert die oben erwähnten Eingangs-Bilddaten 9 in Übereinstimmung mit dem Quantisierungs-Niveau 11 und gibt das Ergebnis als Auflösungs-Information 12 für die Auflösungskraft heraus. In diesem Falle ist der Schwellenwert der Quantisierung ein Mittelwert der entsprechenden Quantisierungs-Niveaus. Zum Beispiel wird der Schwellenwert zwischen den Quantisierungs-Niveaus Q1 und Q2 ausgedrückt durch $(Q1 + Q2)/2$. Die quantisierten Auflösungs-Informationen 12 für die Auflösungskraft in diesem Ausführungsbeispiel, die quantisiert sind in zwei, vier oder sechzehn Abstufungen, sind entsprechend Ein-Bit-, Zwei-Bit- oder Vier-Bit-Daten.

Als nächstes eliminiert ein Auflösungs-Informations-Selektor 18 visuell überflüssige Daten von den Auflösungs-Informationen 12 entsprechend der Anzahl der Abstufungen, die durch den Quantisierer 17 quantisiert wurden und gibt benötigte Auflösungs-Informationen 13 für die Auflösung heraus. Wie in dem Beispiel, das in den Fig. 4(a) bis 4(c) gezeigt wird, werden alle Auflösungs-Informationen der 64 Bildelemente ($= 8 \times 8$ Bildelemente) im Falle der Zwei-Ton-Codierung ausgewählt. Im Falle eines Vier-Ton-Niveaus werden Auflösungs-Informationen von 32 Bildelementen ($= 8 \times 8$ Bildelemente/2) in einer Quineunxform ausgewählt. Ferner, im Falle einer Sechzehn-Ton-Niveau-Codierung und der Auflösungs-Information von 16 Bildelementen ($= (8 \text{ Bildelemente})/2 \times (8 \text{ Bildelementen})/2$) wird in einer orthogonalen Form ausgewählt.

In Fig. 4 zeigen die schraffierten Teile die ausgewählten Bildelemente. Wie die Daten für die Auflösungs-Information ausgewählt werden, ist nicht beschränkt auf das oben erwähnte Beispiel. Zum Beispiel können die Daten der Auflösungs-Information für 32 Bildelemente in einer Quineunxform im Falle der Zwei-Ton-Codierung ausgewählt werden. Hier ist es wichtig, daß wenn viele Abstufungsdaten einem gewissen Block zugeordnet sind, die Daten für die Auflösungs-Information schwach zugeordnet werden, und im Gegensatz dazu, wenn wenig Abstufungsdaten zugeordnet sind, wird die Auflösungs-Information stark zugeordnet.

Ferner arbeitet ein Auflösungs-Informations-Codierer 19 derart, um die oben erwähnte ausgewählte Auflösungs-Information 13 zu codieren. In der vorliegenden Ausführungsform, ohne die Verwendung einer Codierung zur Zurückhaltung der Ton- und/oder Auflösungs-Redundanz werden die codierten Bilddaten 10 herausgegeben, indem die ausgewählten Auflösungs-Informationen 13 in binären Zahlen ohne Vorzeichen, wie sie sind, ausgedrückt werden.

Der Selektor 6 der Fig. 1 arbeitet derart, daß er die codierten Bilddaten 10-1 bis 10-3, die von dem Codierer 3 bis 5 in Übereinstimmung mit dem Block-Klassifikations-Ergebnis 14, auswählt und herausgibt.

Gemäß der oben beschriebenen Art werden die Bilddaten 7, die von jedem Block geliefert werden, in Kombination mit der Ton-Niveau-Information und der Auflösungs-Information codiert. Die kombinierten Daten werden als codierte Bilddaten 8 ausgegeben.

Tabelle 1 zeigt den Zusammenhang zwischen der Ton-Niveau-Information (Gradationsinformation) und der Auflösungs-Informations-Codierung an entsprechenden Abstufungen.

	Zwei-Abstufungs- Block- Codierung	Vier-Abstufungs- Block- Codierung	Sechzehn-Abstufungs- Block- Codierung
Quantisierungsniveau (Anzahl der Bits)	Q_1, Q_2 (1 Bit)	Q_1 bis Q_4 (2 Bits)	Q_1 bis Q_{16} (4 Bits)
Ton-Niveau-Information (Anzahl der Bits)	La, Ld (8 Bits \times 2)	La, Ld (8 Bits \times 2)	La, Ld (8 Bits \times 2)
Auflösungs-Information	64 Bits	32 Bits	16 Bits
Codier-Quantität	$8 \times 2 + 1 \times 64$ = 80 Bits	$8 \times 2 + 2 \times 32$ = 80 Bits	$8 \times 2 + 4 \times 16$ = 80 Bits

Wie in der Tabelle 1 für dieses Ausführungsbeispiel gezeigt wird, ist stets eine konstante Rate der codierten Daten (80 Bits), unabhängig von dem Ergebnis der Block-Klassifikation, zugeordnet und für jeden Block codiert. Wenn die Block-Auswahldaten von zwei Bits jedem Block zuaddiert werden, um zu identifizieren, welcher Codierer ausgewählt wurde, wird die Codiereffizienz oder das Regelverhältnis in dieser Ausführungsform $(8 \times 8 \text{ Bildelemente} \times 8 \text{ Bits}) / (80 \text{ Bits} + 2 \text{ Bits}) = 6244$ sein.

Im Ton-Niveau-Datencodierer 16 und im Auflösungs-Informationscodierer 19 in Fig. 2 wird für die Zurückhaltung sowohl des Ton-Niveaus als auch der Auflösungs-Redundanz, beispielsweise Huffman-Codierung, arithmetische Codierung, oder ähnliches nicht verwendet.

Als nächstes wird für diese Ausführungsform der Vorgang der Decodierung kurz beschrieben werden. Zunächst wird eine Identifikation mit den oben erwähnten Block-Auswahldaten gemacht, für den einer der Codierer 3 bis 5 in Fig. 1 während der Codierzeit ausgewählt wurde, und die Ton-Niveau-Information La und Ld und die Auflösungs-Information, die in Fig. 3 gezeigt ist, werden decodiert. Da in diesem Ausführungsbeispiel die Huffman-Codierung nicht verwendet wird, funktioniert es gut, wenn binäre Zahlen, die in einer vorgegebenen

Reihenfolge und Bit-Länge angeordnet sind, sukzessiv gelesen werden. Als nächstes wird unter Verwendung der Ton-Niveau-Information La und Ld die Differenz von $(La + Ld)/2$ zu $(La - Ld)/2$ in gleiche Schritte aufgeteilt, um die Quantisierungs-Niveaus $Q1, Q2 \dots$ zu berechnen. Die Bilddaten werden auf der Basis der erhaltenen Quantisierungs-Niveaus und der Auflösungs-Information reproduziert. Wenn zu diesem Zeitpunkt eine gewisse Auflösungs-Information selektiv leer ausgeht, zum Beispiel in der horizontalen oder vertikalen Richtung, wird eine Interpolation unter Verwendung der Tonwerte der benachbarten Bildelemente, die reproduziert wurden, durchgeführt, so daß der Ton des ausgelassenen Bildelements reproduziert wird. Durch die oben beschriebene Methode wird ein codiertes Bild decodiert.

Fig. 5 ist ein Blockdiagramm, das eine andere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. Es ist unterschiedlich zu Fig. 1, daß die Bilddaten 10-1 bis 10-3, die durch den Codierer 3 bis 5 zur gleichen Zeit einem lokalen Decodierer 20 zugeführt werden und daß ein Selektor 6 durch den Ausgang des lokalen Decodierers 20 gesteuert wird. Der lokale Decodierer 20 decodiert die codierten Bilddaten 10-1 bis 10-3, um mit den Bilddaten 7, bevor die Codierer 10-1 bis 10-3 in einer Block-Klassifikationseinheit 1 codieren, verglichen zu werden. Gemäß dem Ergebnis 14 des Vergleichs arbeitet der Selektor 6 so, um die codierten Bilddaten mit sehr minimaler Störungsgröße auszuwählen und auszugeben. Das heißt, daß die Block-Klassifikationseinheit 1 als eine Störungs-Messungseinrichtung arbeitet. Hier gibt es keine Einschränkung in bezug auf die Weise der Störung und einem mittleren quadrierten Fehlerabstand. Ein absoluter mittlerer Fehlerabstand kann verwendet werden.

Im zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, das in Fig. 5 gezeigt wird, ist es nicht notwendig, die Ton-Bedingungen eines Blockes zu klassifizieren, d. h., ob ein eingegebenes Bild für jeden Block eine Tonabstufung aufweist, die verhältnismäßig glatt als Ganzes über dem Block ist, oder eine Ton-Variation aufweist, die verhältnismäßig groß als Ganzes über dem Block erscheint, oder ob eine Zwischenton-Variation zwischen den beiden oben erwähnten Bedingungen als Ganzes über dem Block aufweist. Um zu klassifizieren, welcher der oben erwähnten Codierer die visuelle Entartung oder Verschlechterung der Bildqualität beim Codieren der Bilddaten, die jedem Block zugeführt werden, minimieren kann, wird der Dispersionswert des Tones der Bildelemente in jedem Block oder der Differenzial-Koeffizient in einer Raumdomäne in dem Ausführungsbeispiel, das in Fig. 1 gezeigt wird, verwendet. Dennoch kann nicht gesagt werden, daß stets die ideale Klassifikation durchgeführt wird. In dem anderen Ausführungsbeispiel, das in Fig. 5 gezeigt wird, ist im Gegensatz dazu die ideale Klassifikation ausgeführt, basierend auf wenigstens einer Störungsgröße, wie z. B. eine mittlere quadrierte Fehlerdistanz, der Akkumulation einer absoluten mittleren Fehlerdistanz oder ähnlichem. Diese Ausführungsform erweist sich als vorteilhaft dadurch, daß es möglich ist, die Codierung mit weniger Entartung in der Bildqualität durchzuführen.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wurde oben folgendes beschrieben:

(1) Selbst für den Fall, daß die Blockgröße, die zu codieren ist, vergrößert wird, um die Codiereffizienz zu verbessern, ist die Entartung oder Verschlechterung der Bildqualität klein, weil die Codierer für Zwei- oder Mehr-Ton-Niveaus in geeigneter Weise verwendet werden.

(2) Da eine Vielzahl von Codierern in geeigneter Weise verwendet wird, ist es möglich, die Reproduktion eines Bildes mit einer guten Qualität auszuführen, unabhängig von den Arten der Bilder. Mit anderen Worten gesagt, ist es nicht leicht, visuell die Entartung oder Verschlechterung der Bildqualität, die durch die Codierung mehrerer Bilder, wie einem Charakter/Linienbild, in dem die Auflösungs-Reproduktion visuell fokussiert ist, oder einem Figuren/Landschaftsbild, in dem die Ton-Niveau-Reproduktion visuell fokussiert ist, oder einem Bild mit einer zwischen den oben genannten Charakteren liegenden beiden Bildern, zu detektieren. Zusätzlich kann eine Codierung hoher Effizienz erreicht werden, ohne eine Huffman-Codierung zur Zurückhaltung der theoretischen Informations-Redundanz zu verwenden.

(3) Da die Codiereffizienz für jeden Block stabil gemacht wurde, ohne eine Huffman-Codierung zur Einschränkung der Redundanz zu verwenden, für den Fall, daß die codierten Bilddaten in einem Speicher gespeichert werden, der eine gewisse konstante Kapazität aufweist, oder für den Fall, daß die codierten Bilddaten in einer sekundären Speichereinrichtung gespeichert oder von dieser reproduziert werden, die eine gewisse konstante Transferrate aufweist, ist es nicht notwendig, die Codiereffizienz (Code-Quantität) zu steuern, so daß es möglich ist, die Kapazität eines Pufferspeichers zu reduzieren oder den Pufferspeicher per se wegzulassen. Da es zusätzlich möglich ist, einen unabhängigen Zugriff von Block zu Block zu erlangen, wird nur ein gewisser Teil der Bilddaten Bild für Bild codiert. Somit ist es möglich, die Bildaufbereitung, wie beispielsweise Ausschnitte, Übertragung, Auslassungen oder ähnliches, eines Bildes, wie es im Zustand für codierte Bilddaten ist, mit hoher Geschwindigkeit auszuführen.

Patentansprüche

1. Bild-Codier-Einrichtung, mit

- einer Einrichtung zur Unterteilung von Bilddaten in Blöcke, die jeweils die gleiche Anzahl von Bildelementen aufweisen;
- einer Klassifikationseinrichtung (1) zur Klassifizierung der Blöcke entsprechend dem Intensitätsgradienten jedes Blockes;
- einer Vielzahl von Block-Codiereinrichtungen (3, 4, 5) zum Codieren der Blöcke; und
- einer Auswahlrichtung (6) zum Auswählen einer Block-Codiereinrichtung in Abhängigkeit von dem Ergebnis der Klassifikation der Klassifikationseinrichtung (1);
- wobei alle Block-Codiereinrichtungen (3, 4, 5) eine für alle gleiche, konstante Codequantität abgeben, die die Summe der zu übertragenden Gradationsdaten und Auflösungsinformationen ist, und wobei

- mit zunehmender (abnehmender) Anzahl der Gradationsstufen eines Blockes die zu übertragenden Auflösungsinformationen vermindert (vermehrt) werden.
- 2. Bild-Codier-Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswahleinrichtung (6) eine Block-Codiereinrichtung (3, 4, 5) mit einer geringen Gradationsinformation und einer großen Auflösungsinformation auswählt, falls der Block einen großen Intensitäts-Gradienten hat, während die Auswahleinrichtung (6) eine Block-Codiereinrichtung (3, 4, 5) mit einer großen Gradationsinformation und einer geringen Auflösungsinformation auswählt, falls der Block einen geringen Intensitäts-Gradienten hat.
- 3. Bild-Codier-Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Klassifizierungseinheit (1) die Gradationsverteilung der Bildelemente eines Blocks ausmißt.
- 4. Bild-Codier-Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die aus der Gradationsverteilung ermittelte Dispersion zur Klassifizierung verwendet wird.
- 5. Bild-Codier-Einrichtung, mit
 - einer Einrichtung zur Unterteilung von Bilddaten in Blöcke, die die gleiche Anzahl von Bildelementen aufweisen;
 - eine Vielzahl von Block-Codiereinrichtungen (3, 4, 5) zum Codieren der Blöcke;
 - einem lokalen Decodierer (20), der die durch die Block-Codiereinrichtungen (3, 4, 5) kodierten Blöcke dekodiert;
 - einer Klassifikationseinrichtung (1), in der die lokal dekodierten Blöcke mit den original Blockdaten eines Blockes verglichen werden und die Vergleiche nach einem festgelegten Verfahren bewertet werden; und
 - einer Auswahleinrichtungen (6) zum Auswählen einer Block-Codiereinrichtung (3, 4, 5) in Abhängigkeit von der Bewertung der Vergleiche der Klassifikationseinrichtung (1);
 - wobei alle Block-Codiereinrichtungen (3, 4, 5) eine für alle gleiche, konstante Codequantität abgeben, die die Summe der zu übertragenden Gradationsdaten und Auflösungsinformationen ist, und wobei
 - mit zunehmender (abnehmender) Anzahl der Gradationsstufen eines Blockes die zu übertragenden Auflösungsinformationen vermindert (vermehrt) werden.
- 6. Bild-Codier-Einrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Block-Codiereinrichtung (3, 4, 5) umfaßt
 - eine Quantisierungs-Niveau-Steuerung (15) zur Quantisierung von Intensität-Daten;
 - einen Gradationsdaten-Kodierer (16) zum Kodieren der Quantisierungsniveaus;
 - einen Quantisierer (17) zum Quantisieren der Eingangsbilddaten in Übereinstimmung mit dem Quantisierungsniveau (11);
 - einen Auflösungsinformationsselektor (18) zur Elimination visuell überflüssiger Daten der Auflösungsinformation (12) des Quantisierers (17), und
 - einen Auflösungsinformations-Codierer (19) zur Codierung der Auflösungsinformation (13) des Auflösungsinformationsselektors (18).

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG. 1

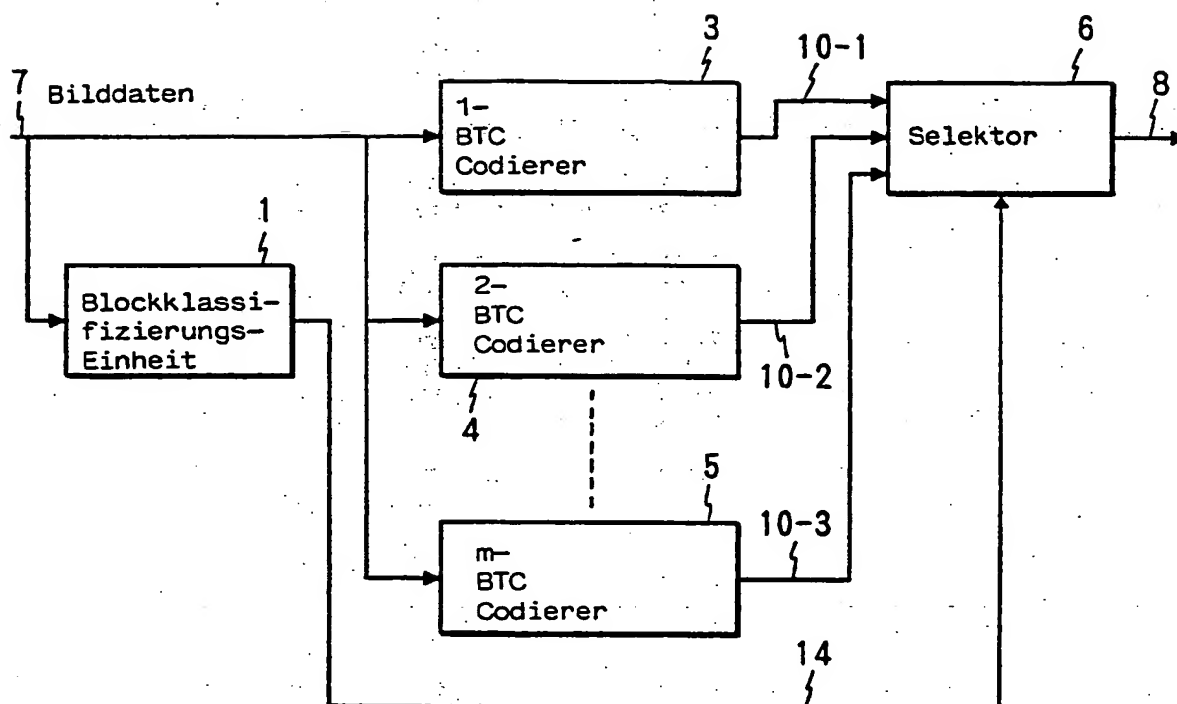


FIG. 2

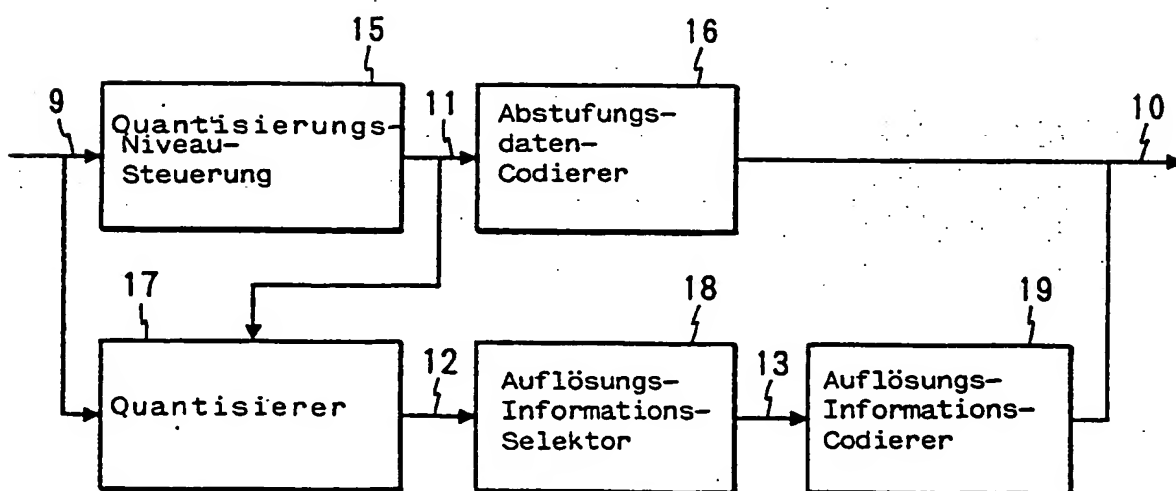


FIG. 3(a)

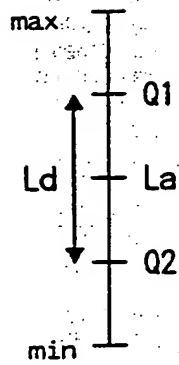


FIG. 3(b)

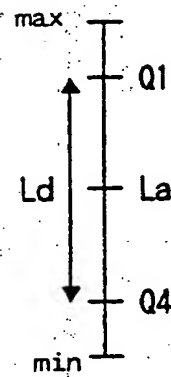


FIG. 3(c)

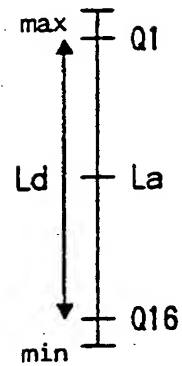


FIG. 4(a)

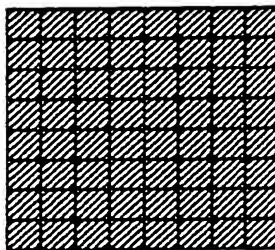


FIG. 4(b)

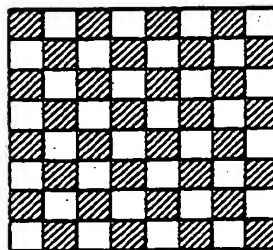


FIG. 4(c)

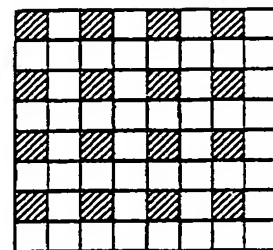


FIG. 5

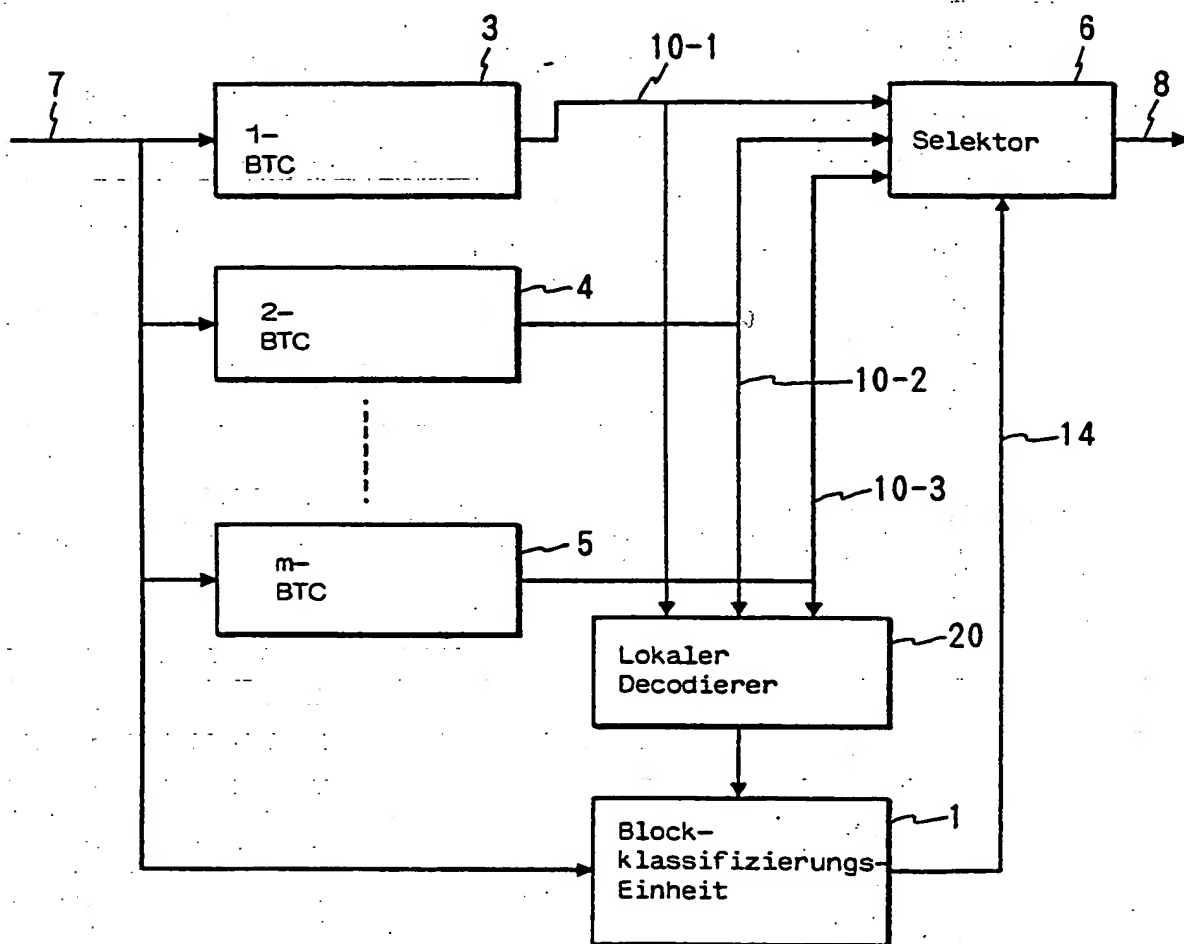


FIG. 6

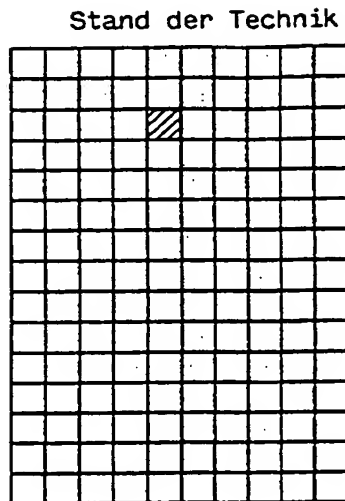


FIG. 7

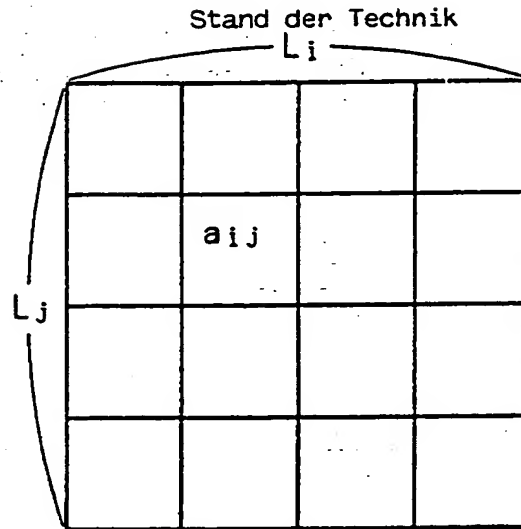


FIG. 8

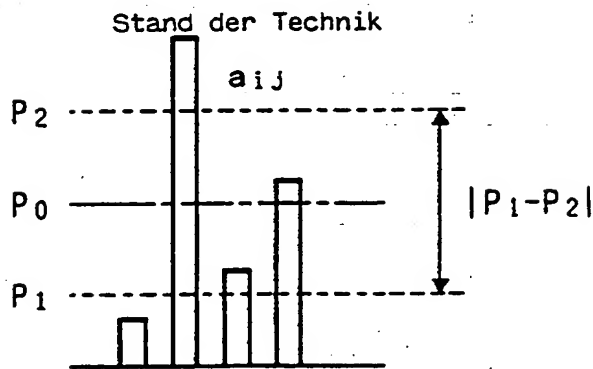


FIG. 9

Stand der Technik

P ₀	P ₀	P ₀	P ₀
P ₀	P ₀	P ₀	P ₀
P ₀	P ₀	P ₀	P ₀
P ₀	P ₀	P ₀	P ₀

FIG. 10

Stand der Technik

P ₁	P ₂	P ₁	P ₂
---	---	---	---
---	---	---	---
---	---	---	---